

Optimizacija 4 x 10 elm. antene (2.87wl) za 144 MHz

Némethy István YU7EW

(januar, 2003)

Osnovna pretpostavka optimizacije je besprekorno čist dijagram zračenja. Ovoj pretpostavki se podređuju svi ostali uslovi optimizacije. Neophodnost ovakvog pristupa je u tome da se smanje smetnje na opsegu od onih stanica koje nisu u pravcu zračenja (i prijema) antene. Svakako je značajno naglasiti na samom početku to, da je antena namenjena za rad u takmičenjima i Es otvaranjima kada iznenada, inače skoro mrtav opseg postaje „prenaseljen“ ne samo DX stanicama već i nama sličnima koji takodje žele za kratko vreme „ugrabiti“ što više jer takvi uslovi traju često veoma kratko.

Druga pretpostavka je i u tome da se skupo plaćeni materijal iskoristi do maksimuma ako je moguće. Ovo se pre svega odnosi na boom a i na ostale elemente. Idealno bi bilo za boom naći odgovarajući plastični materijal ili pak materijal od staklenih vlakana (taj san je samo za retke graditelje ostvarljiv). U nedostatku toga, odgovara i to što se na tržištu može naći, bolje okruglog nego kvadratnog preseka. Naravno u tom slučaju je neophodno uzeti u obzir faktor senčenja booma. Standardne dužine tih materijala su 6 met. Pa se nameće sama od sebe to da odaberemo nešto manju električnu dužinu od 5.98 met. (2.87 tal. dužine) tako da se svi elementi mogu pričvrstiti tako da prolaze kroz boom.

Analizom optimalnih dužina boomova konstatujemo da antene od 10 elemenata iziskuju boomove oko 3.2 do 3.5 talasnih dužina. Dakle, s jedne strane krajnje bi bilo nerazumno odredjivati dužinu booma tako da imamo mnogo otpadaka a ne radi se o EME anteni gde se mora iz same antene „iscediti“ najbolji odnos G/T.

Nije nam cilj da konstruišemo takvu antenu, gde zbog jednog cilja žrtvujemo sve ostale osobine na račun toga što zamišljamo da će nam trebati „jer je to neko tako rekao“. Ta mala filozofija dizajniranja je od izuzetne važnosti. Svako ko želi imati vrhunski uspeh u nečemu pri izboru antena, kao najbitnijem faktoru za rad, mora do najsitnijih detalja prvo sam pred sobom da razjasni čime se želi baviti i da realno na isti način sagleda sve svoje mentalne i materijalne mogućnosti. Loše procene sem sopstvenih frustracija prouzrokuju puno nesporazuma sa okolinom i nanose najčešće štete drugima. Odavno se zna: „Ne čini drugome to što ne bi želeo tebi neko da čini“. Kreiranjem dobre antene smo u velikoj mogućnosti da rad na opsegu učinimo lepšim ne samo nama već i drugima. Naravno o tome misli veoma mali broj zaljubljenika u radio-talase.

Dakle, najveći broj onih koji žele raditi na početku opsega u takmičenjima, MS, FAI i Es pa i sa pokojom EME vezom začiniti svoj dnevnik, potrebna je antena sa što je moguće čistijim dijagramom zračenja. Za sam EME rad ubrzo će stići konstatacija da je potreban poseban antenski sistem sagrađen samo za to (i još mnogo čega ...). Začudojuće i neverovatno je to da iz jedne manje „pametno“ dizajnirane antene može uraditi isto to što i sa „velikim sistemima“ antene koji zapravo i nisu predviđeni za takav rad. Shvatanje ovog paradoksa je sasvim lako analizirajući dijagrame zračenja.

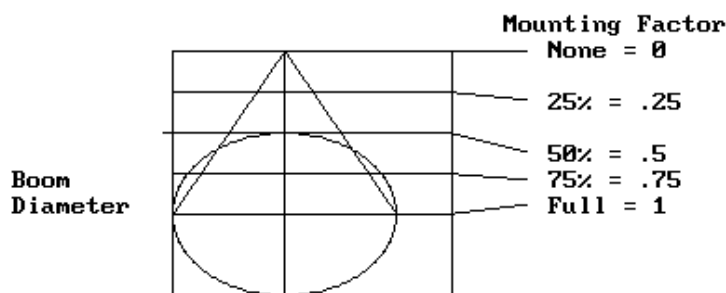
No da se vratimo početnim uslovima definisanja onoga što je do sada rešeno. Želja nam je da na boomu dužine 6 met. napravimo antenu za opseg 144.000 do 144.400 MHz sa, što je moguće čistijim dijagramom zračenja horizontalnoj a i u vertikalnoj ravni. Antena je namenjena za rad u horizontalnoj polarizaciji i to u sistemu od 4 antene u H rasporedu. Impedansa antene sa otvorenim dipolom je 50 Ohma. Naravno radi se o tome da se napravi zatvoreni dipol čija je impedansa prema transmissionom vodu 200 Ohma simetrično, koja se vezuje sa asimetričnim transmissionim vodom od 50 Ohma pomoću „baloon transformatora. Dužina merena u osi savijenog dipola je dvostruka dužina otvorenog dipola (ovo je približno i svakako tačno i za ovaj frekventni opseg u potpunosti zadovoljava). Antena se proračunava bez faktora senčenja booma a ona se dodaje prema sledećoj tabeli:

Uticaj senčenja booma na elemente ($f = 144.2 \text{ MHz}$)

boom (mm)	uticaj (mm)	booma
18	...	1.8807604
20	...	2.2104460
25	...	3.3715300
30	...	4.7354170
35	...	5.2833970
40	...	7.9952530

Tabela 1.

U slučaju, da se elementi montiraju u određenoj poziciji prema boomu neophodno je uzeti u obzir „faktor montaže“ prema priloženoj slici.



Slika 1.

Ovo je od izuzetne važnosti s obzirom da se radi o anteni sa relativno uskim frekventnim opsegom.

Interesantno je i to da se razmatra da li je bolji boom od izolacionog materijala ili ne? Bitno je sledeće: Ukoliko boom definišemo da je to izolacioni materijal tada to mora da važi i za opseg od 144 MHz. Svakako postoje odlični izolacioni materijali za mrežni napon od 50 Hz ali od tih izolacionih materijala samo neki zadržavaju svojstva i na tim visokim frekvencijama dok drugi (većina) ne. Moramo uzeti i to u razmatranje šta se desi sa našim boomom od „izolacionog materijala“ ukoliko se na njega nahvata led, inje i sl. tada to više nije izolacioni materijal što moramo imati na umu. Samo pojedini izolacioni materijali su imuni na te pojave ali su ti materijali srazmerno tome skupi.

Zaključak se nameće sama po sebi: bolje je uzeti boom od Aluminijuma i to ako se uzme u razmatranje dejstvo vetra, okruglog preseka koji je nešto teži za izradu od kvadratnog ukoliko nismo u stanju podneti troškove boomova od izolacionog materijala. Naravno, materijal booma u svakom slučaju utiče na rad antene ali se to na ovoj frekvenciji može još zanemariti.

Bitno je i sledeće: boom i elementi su od aluminijuma ali najčešće od različitih legura. To je izloženo dejstvu atmosferilija (kisele kiše i sl.), usled toga dolazi do ubrzanog propadanja na mestima dodira različitih legura. Ovo se izbegava umetanjem izolatora, čija je jedina namena sprečavanje dejstva oksidacije različitih legura. Dakle, kvalitet ovih izolatora u potpunosti je nebitan, uticaj senčenja booma ostaje isti kao da ih nema. Zabune usled pogrešnog shvatanja činjenica, da li su elementi izolovani ili ne kod mnogih su izazvali fatalne posledice po radu antena. Uticaj na one antene koje su uskopojasne je naročito izražen.

Mislim da nije toliko bitno izložiti sam problem optimizacije antena, to je radjeno sa programima K6STI a proverava se sa Yagi analysis 3.54 koji se smatra prihvaćenim sa strane DUBUS grupacije i upoređjiva je sa tabelom antena koje je analizirao VE7BQH.

Mere nakon ovih optimizacija su (dipol fi12 mm, ostali elementi 4mm):

a.ANT				144.2	MHz	12-29-2002	
El.Name:		El.Pos	El.Length:	El.Radius:	+-----+		
Rel	0	1022	2		< OK >	F5	
Rel	0	1022	2		+-----+		
Driver	400	994	6		< Cancel >	F4	
Dir1	575	975	2		+-----+		
Dir2	1036	954	2		+-----+		
Dir3	1684	933	2		< Insert >	F3	
Dir4	2512	909	2		+-----+		
Dir5	3369	891	2		+-----+		
Dir6	4278	871	2		< Delete >	F2	
Dir7	5331	869	2		+-----+		
Dir8	5980	896	2		+-----+		
					< Help >	F1	
Reflectortype=Singel		Driver=Singel		Dimension=mm			
BoomCorr = 0mm							

Tabela 2.

Rezultati su sledeći:

a.ANT		144 MHz	12-29-2002
Results			
Name: a		Time: 23:56:47	
		-3 dB Points (deg.)	
Frequency (MHz)	Gain (dBd)	F/B (dB)	E-plane / H-plane Impedance (Ohm)
144	12.73	29.29	34.74 37.88 45.54 +j 2.71
144.1	12.75	30.4	34.62 37.72 48.01 +j 1.26
144.2	12.78	31.61	34.5 37.56 50.5 -j 1.06
144.3	12.79	32.84	34.38 37.4 52.71 -j 4.46
144.4	12.8	33.93	34.26 37.26 54.17 -j 9.01
Free space			
< Enter Spacebar >		Boom comp.: 0 mm	
YAGI - ANALYSIS		Ver:3.54	

Tabela 3.

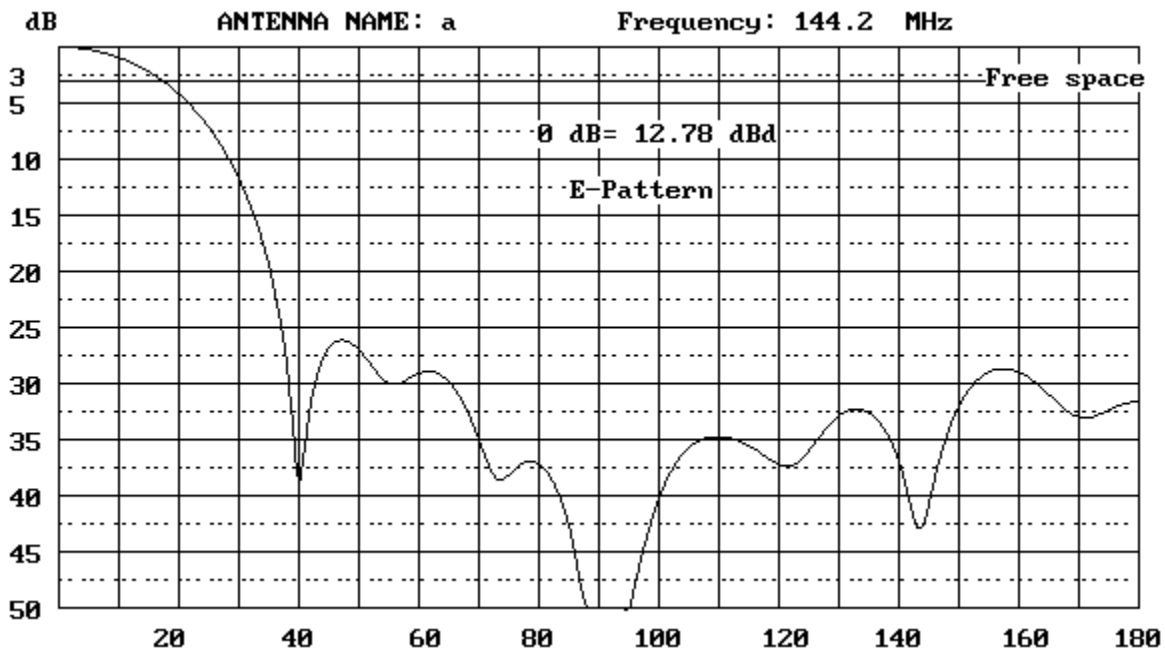
Što kod pojedinačne antene daje sledeću analizu G/T:

a.ANT		144.2 MHz	12-30-2002
1 - a Yagi		Noise Temperature (G/T)	
Gain: 12.78 dBd		Frequency: 144.2 MHz	
Forward Temperature		:	186.8K
Sidelobe Temperature		:	15.29K
Backward Temperature		:	1.03K
Loss Temperature		:	5.74K
Total noise Temperature:		:	208.86K
G/T (dB)		:	-8.27

Tabela 4.

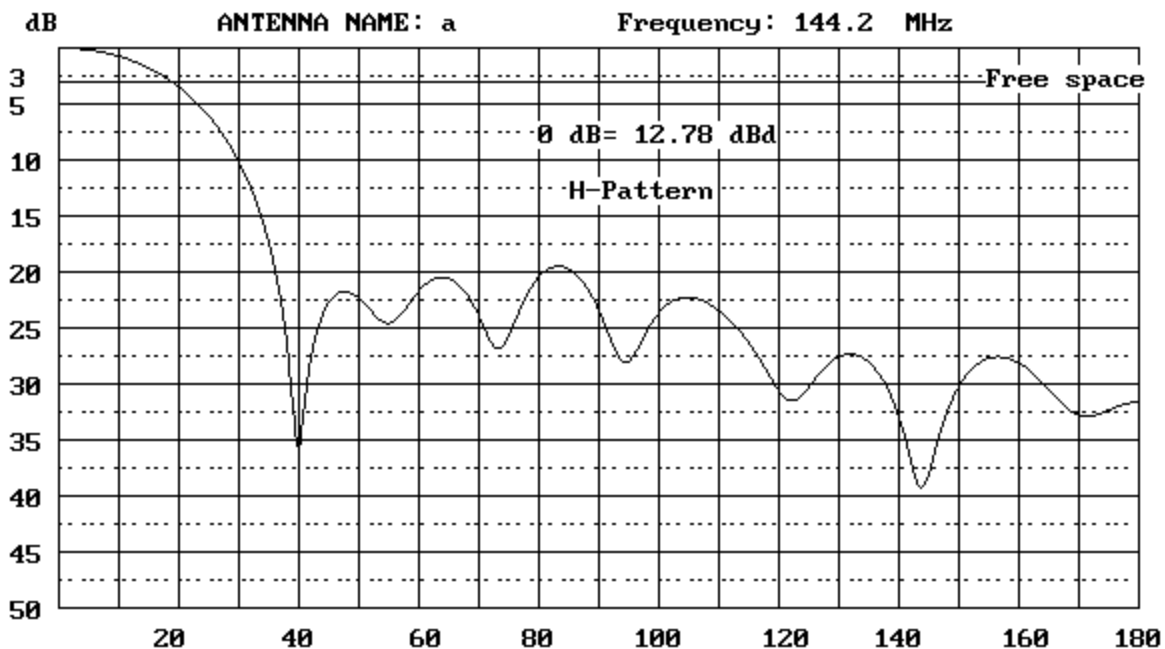
Na osnovu toga slobodno možemo konstatovati to da ovakve karakteristike su normalne za antene čije su dužine booma oko 5.1 do 5.3 met. No da vidimo samu karakteristiku zračenja jedne antene da li je opravdano ovo dodatno produženje booma

Dijagram zračenja jedne antene u horizontalnoj ravni:



Slika 3.

Dijagram zračenja jedne antene u vertikalnoj ravni:



Slika 4.

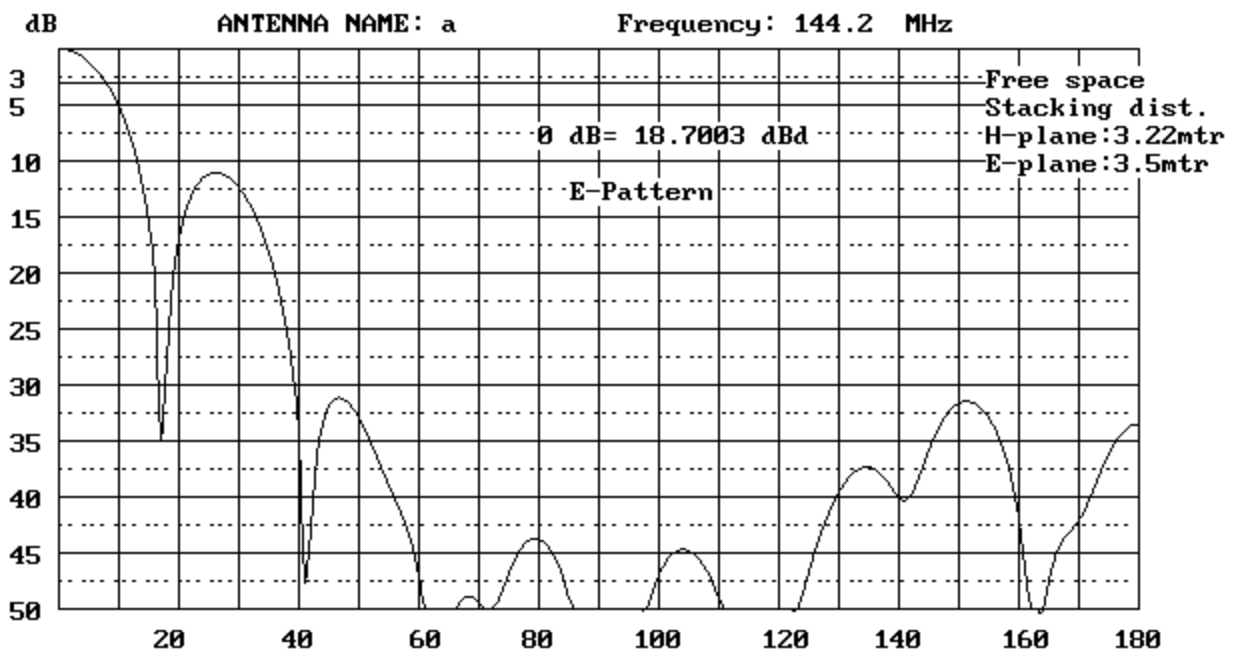
Ovi dijagrami svedoče o tome da su svi bočni opsezi potisnuti za više od 22 dB u horizontalnoj i 19 dB u vertikalnoj ravni što je za ovakve antene iznad očekivanja. Znači ciljevi optimizacije su se u potpunosti postignuti. Ova antena dakle, i sama po sebi predstavlja odlično rešenje mada su ciljevi optimizacije u startu bili to da optimizira sistem od 4 antena. Impedansa od 50 Ohma, takoreći bez reaktanse se javlja na centralnoj frekvenciji od 144.200 MHz. Maksimum

pojačanja je iznad frekventnog opsega ali dobijne parametre iz tabele 3. moramo kompleksno tumačiti. Naravno, želimo sistem od 4 antena što bi nas u potpunosti zadovoljio za ozbiljniji rad.

Prema Yagi Analysis 3.54 optimalni razmaci po horizontali su 3.5 m. a po vertikali 3.22 met. Šta ovo znači?

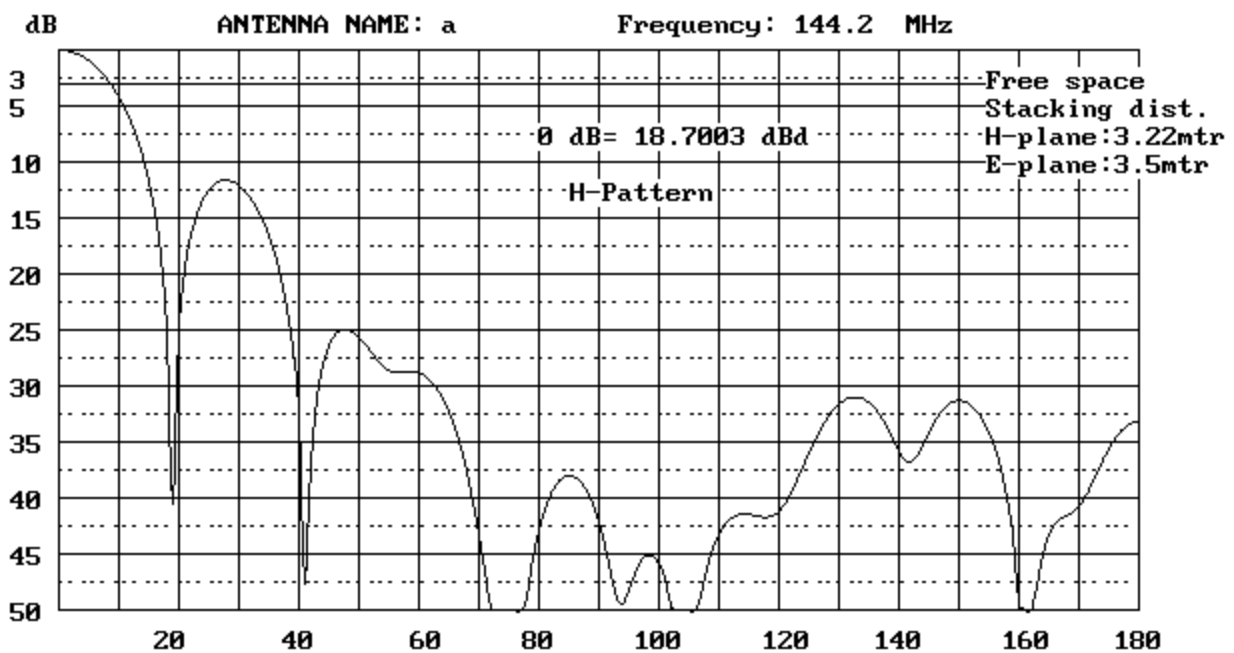
Pri ovim razmacima se dobija najveće pojačanje sistema i ona bi bila 18.7 dB odnos G/T je u tom slučaju -2.34 ali dijagrami zračenja su sledeći:

Dijagram zračenja u horizontalnoj ravni 4 x 10 elm (max. gain rastojanje)



Slika 4.

Dijagram zračenja u vertikalnoj ravni 4 x 10 elm. (max. gain rastojanje)



Slika 5.

Sa ovih dijagrama se jasno vidi to da osnovno postavljene uslov maksimalno čistog dijagrama zračenja nije postignut ni iz daleka tako, kako je to u slučaju jedne antene. Doista sem prvog bočnog snopa koji je potisnut za svega 12 dB sve ostalo je u redu. Ovo mnoge dovodi do zablude da je formiranje grupe antena dobro uradjena. U slučaju da formiramo grupu antena za EME rad ovakav dijagram je prihvatljiv ali se u našem slučaju ne radi o tome. Dobili bi smetnje iz širokog ugla.

Postoji više načina i kriterijuma za formiranje sistema antena od kojih je najprihvatljiviji način opisan sa strane pokojnog DL6WU. Medjutim ovo spajanje u sistem je radjen u osvit modernih antena bez mogućnosti računarske simulacije. Ovakva simulacija nam danas stoji na raspolaganju i prava je grehota ne koristiti je.

Računarskom simulacijom pronalazimo optimalna rastojanja izmedju antena a to je horizontalno 2.6 met. a vertikalno 2.52 met. Konačni rezultati su:

4a_op.ANT		144.2	MHz	12-30-2002
Results				
Name: 4a_op		Frequency: 144.2 MHz		
Gain: 18.18 dbd		F/B: 31.6 db		
-3dB points				
E-Plane: 19.38 Deg.		H-Plane: 20.4 Deg.		
Impedance: 52.27 -j 1.49 ohm				
Efficiency: 98.05 %		Conductivity: 2.88E+07		
Boom comp.: 0mm		Stacking distance:		
		H-plane: 2.52mtr		
Stacking: 2 X 2		E-plane: 2.6mtr		
Stacking in free space				

Tabela 5.

4a_op.ANT	144.2	MHz	12-30-2002

4 - 4a_op Yagi Array Noise Temperature (G/T)			
Gain: 18.18 dBd	Frequency:	144.2	MHz

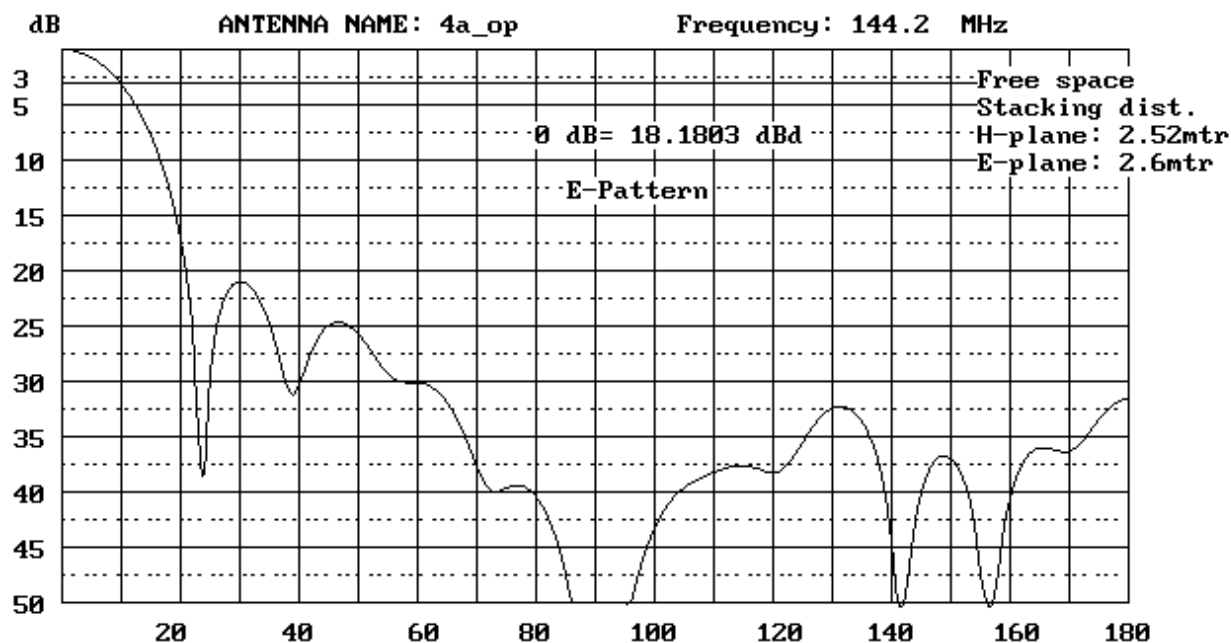
Forward Temperature	:	190.07K	
Sidelobe Temperature	:	11.63K	
Backward Temperature	:	.61K	
Loss Temperature	:	5.65K	

Total noise Temperature:		207.97K	
G/T (dB)	:	-2.86	

YAGI - ANALYSIS Ver:3.54			

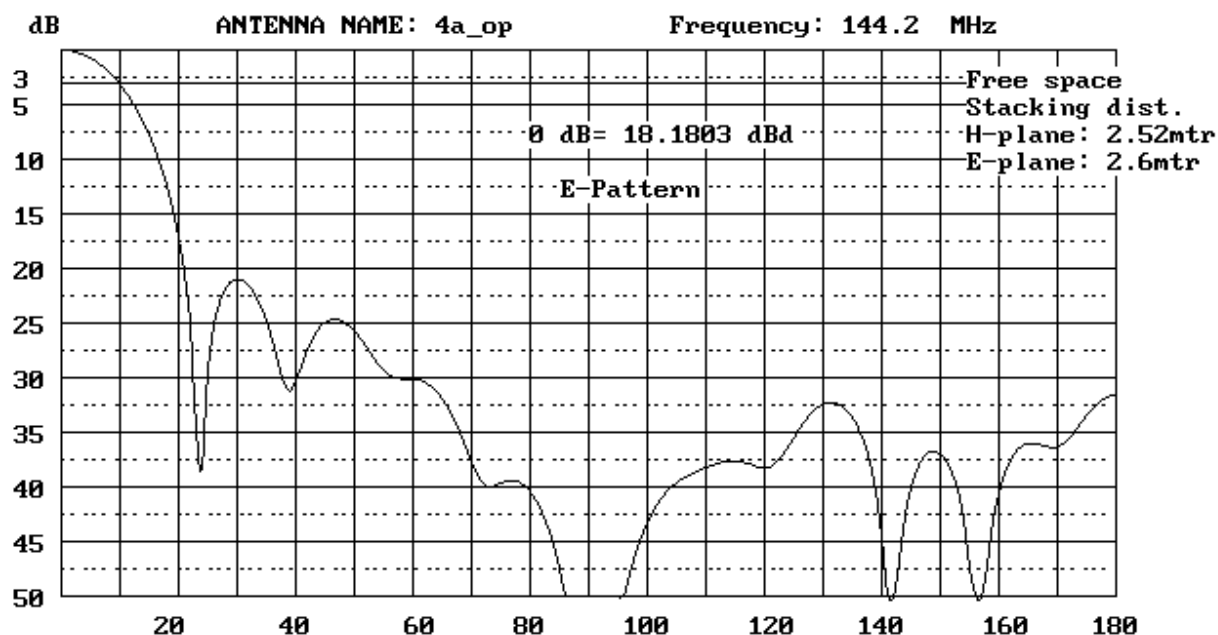
Tabela 6.

Dijagram, zračenja antene 4 x 10 elm. u horiz. ravni (opt. dijagram)



Slika 6.

Dijagram zračenja antene 4 x 10 elm. u vert. ravni (opt. dijagram)



Slika 7.

Tek se sada vidi to, da smo postigli pun pogodak. Prvi bočni snop je potisnut za 22 dB (umesto 12 dB). Ostali bočni snopovi su takodje potisnuti u odgovarajućoj meri. Ovakav dijagram zračenja mora se nečim platiti: to je u svakom slučaju pojačanje a zavisno od toga i odnos G/T. Možemo konstatovati da se radi o anteni dužine booma 2.87 tal. dužina. Pregledom dela tabele analize od VE7BQH konstatujemo:

VE7BQH'S G/T SIMULATIONS OF A 4 BAY ARRAY
OF YAGI ANTENNAS ON 2 METERS AT 144.1 MHz

TYPE OF ANTENNA	L (WL)	1 YAGI GAIN (dBd)	E (M)	H (M)	4 YAGI GAIN (dBd)	T _{los} (K)	T _a (K)	G/T
BQH12J	2.80	12.82	3.66	3.40	18.85	3.09	252.88	-3.03
#BQH12J	2.80	12.82	3.53	3.53	18.88	3.06	252.93	-3.06
*M2 12	2.84	12.79	3.05	3.05	18.59	5.19	237.40	-3.02
M2 12	2.84	12.79	3.48	3.21	18.71	5.15	237.98	-2.91
DK7ZB 10	2.87	13.15	3.78	3.52	19.15	5.99	251.35	-2.71
WB9UWA 12	2.90	12.82	3.45	3.17	18.73	6.93	227.71	-2.70
BQH 13	2.92	13.09	3.69	3.44	19.07	3.92	241.77	-2.62
#BQH 13	2.92	13.09	3.57	3.57	19.11	3.95	243.09	-2.60
*M2 20 XPOL	2.97	13.19	3.65	3.65	19.20	6.74	252.79	-2.68
#M2 20 XPOL	2.97	13.19	3.65	3.65	19.20	6.74	252.79	-2.68
M2 20 XPOL	2.97	13.19	3.77	3.52	19.16	6.77	251.00	-2.69
*BVO-3WL	3.00	13.50	3.90	3.70	19.48	5.35	264.59	-2.60
BVO-3WL	3.00	13.50	4.01	3.77	19.49	5.38	266.39	-2.62

Tabela 7.

Dakle, u poredjenju sa antenom iste dužine booma (pojedinačna antena) 2.87 tal. duž. od DK7ZB konstatujemo manje pojačanje za 0.4 dB (na 144.1 MHz). G/T u sistemu od 4 antene je 2.87 u odnosu na DK7ZB 10 je lošija za 0.16. Tumačenje ovih podataka je moguće samo uz kompleksno sagledavanje svih relevantnih pojava kod obe antene. Antena DK7ZB 10 je jedna od novijih optimiziranih antena gde je uzeto u obzir to da se bolje karakteristike postižu na nižoj impedansi od 50 Ohma. Dijagram zračenja ove antene je jedan od boljih u odnosu na druge antene sa izrazito potisnutim bonim snopovima. No i manu ove antene nalazimo u tome da je prilagodjenje na nižu impedansu, iako je izvedena na originalan način, diskutabilna je zbog povećanog uticaja okoline na antenu zbog niže impedanse. Simetričnost dijagrama zračenja se teže ostvaruje pa u odnosu na sve to ovo je antena koji je doista nešto manjeg pojačanja „ali ne pati od ovih bolesti“

Ovaj tip antene postavljena je na nekoliko mesta u YU i u HA stim da nisu svi dobili na računaru simulirane dijagrame. HA6ZB i neki drugi su merenjem dobili iste podatke što uverava nas u tome da je pristup optimizaciji bio korektan mada sa dosta skromnim alatima.

Komentari korisnika su u potpunosti u skladu sa očekivanim a i EME veze radjene sa sistemom ovih antena potvrđuju njegovu valjanost iako ova antena u startu za EME nije ni bila namenjena.